



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 100 092 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.05.2001 Patentblatt 2001/20

(51) Int Cl.7: **G21K 1/06**

(21) Anmeldenummer: **00123501.9**

(22) Anmeldetag: **27.10.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter: **Maser, Jochen, Dipl.-Ing.
Patentanwälte
Kinkelin, Mammel und Maser,
Weimarer Strasse 32/34
71065 Sindelfingen (DE)**

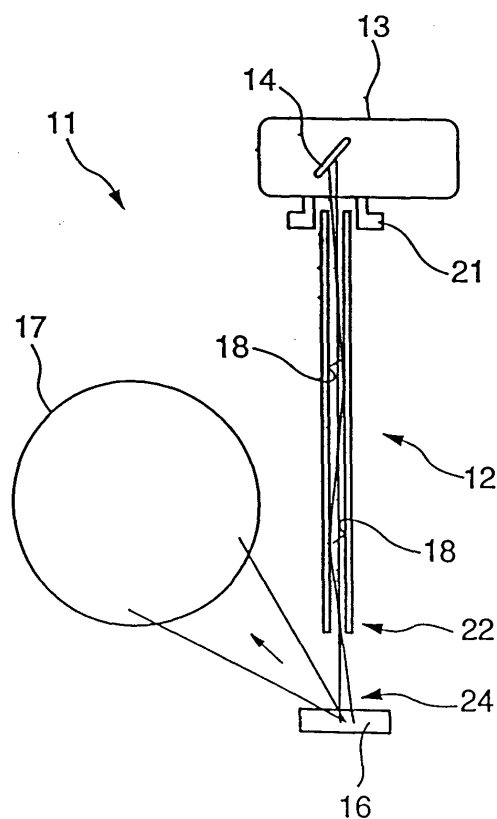
(30) Priorität: **12.11.1999 DE 19954520**

(71) Anmelder: **Helmut Fischer GmbH & Co.
71069 Sindelfingen (DE)**

(54) **Vorrichtung zur Führung von Röntgenstrahlen**

(57) Vorrichtung zur Führung von Röntgenstrahlen von einer Strahlenquelle zu einem Meßobjekt (16) mit zumindest zwei einen Spalt bildenden Reflexionsflächen (18).

Fig. 1



EP 1 100 092 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Führung von Röntgenstrahlen von einer Strahlenquelle zu einem Meßobjekt.

[0002] Zur Messung dünner Schichten oder Mehrfachschichten wird die Röntgenfluoreszenzmethode eingesetzt. Bei einer derartigen Schichtanalyse wird die Röntgenfluoreszenzstrahlung der einzelnen Elemente einer Probe nachgewiesen und in Schichtdicke(n) und Zusammensetzung(en) umgerechnet wird. Die anregende Röntgenstrahlung gelangt durch ein Kollimatorsystem abgeblendet als feines Strahlenbündel an die Meßfläche. Von hier aus wird die Röntgenfluoreszenzstrahlung emittiert. In einem Proportionalzählrohr oder einem anderen Detektor wird die Strahlung energiedispersiv nachgewiesen. Durch eine derartige Schichtdickenmessung lassen sich berührungslos und zerstörungsfrei Funktionsflächen mit Abmessungen bis einer Größe von beispielsweise 100 µm x 100 µm exakt ermitteln.

[0003] Zur Schichtdickenmessung von kleineren Funktionsflächen von beispielsweise weniger als 100 µm x 100 µm sind Röntgenstrahlungsleiter bekannt, welche ermöglichen, daß die Röntgenstrahlung auf diese kleinen Funktionsflächen fokussiert wird. Das sind sogenannte Monokapillare. Diese Monokapillaren sind zylindrisch in Form eines Glasröhrchens ausgebildet. Durch Totalreflexion an den Wänden des Glasrohres wird ermöglicht, daß die Röntgenstrahlen mit hinreichender Intensität zum Meßobjekt geführt werden.

[0004] Die als Monokapillaren ausgebildeten Kollimatoren sind darüber hinaus dahingehend weiterentwickelt worden, daß die Innenwände der Glasröhre parabolisch ausgebildet sind, so daß eine Fokussierung der reflektierten Strahlen zum Meßobjekt erfolgen soll. Des weiteren sind sogenannte Polykapillare bekannt. Hierbei handelt es sich um einen Monolithen, der ein Bündel von mehreren Monokapillaren aufweist, wobei diese wiederum derart angeordnet sind, daß die gezielt geführten Röntgenstrahlen sich in einem Punkt außerhalb der Austrittsebene des Monolithen fokussieren.

[0005] Diese Kapillare weisen den Nachteil auf, daß diese im Preis hoch sind und Schichtdickenmeßgeräte mit diesen Kollimatoren wirtschaftlich nicht herstellbar sind. Des weiteren weisen die oben beschriebenen Kollimatoren den Nachteil auf, daß diese in ihrem Durchmesser fest ausgebildet sind, so daß eine Einstellung und Fokussierung der Röntgenstrahlen auf eine unterschiedliche Größe des Meßobjektes nicht ermöglicht ist. Darüber hinaus weisen diese Kollimatoren den Nachteil auf, daß die Beschaffung äußerst erschwert ist, da die Herstellung dieser Kollimatoren insbesondere auf Grund deren Komplexität monopolisiert ist.

[0006] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Führung der Röntgenstrahlen von einer Strahlenquelle zu einem Meßobjekt, insbesondere für kleine Strukturgrößen mit einer Funk-

tionsfläche unter 100 µm x 100 µm zu schaffen, welche kostengünstig herstellbar sind, auf die zu messende Meßfläche einstellbar und eine hinreichende Übermittlung der Strahlungsintensität zum Meßobjekt ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

[0008] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung von zumindest zwei einen Spalt bildenden Reflexionsflächen weist den Vorteil auf, daß eine einfache Anordnung geschaffen wurde, welche ermöglicht, daß die Röntgenstrahlen mit hinreichender Intensität zum Meßobjekt geführt werden, um zu ermöglichen, daß der Detektor eine hinreichende Intensität der emittierten Fluoreszenzstrahlung erfassen kann. Die zumindest zwei einen Spalt bildenden Reflexionsflächen sind in der Herstellung einfach. Aufwendige fertigungstechnische Verfahren zur Herstellung der Vorrichtung zur Führung von Röntgenstrahlen sind im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Mono- und/oder Polykapillaren nicht gegeben.

[0009] Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei welchem die Mono- oder Polykapillare aus vollständig geschlossenen Glasröhrchen gebildet sind, genügt es gemäß dem Gegenstand der Erfindung, daß die Röntgenstrahlen durch Totalreflexion innerhalb eines durch zumindest zwei Reflexionsflächen gebildeten Spaltes zum Meßobjekt geführt werden. Die seitlich aus dem oder den Spalten austretende Röntgenstrahlung ist für die Anregung der Fluoreszenzstrahlung unwirksam, aber durch Totalreflexion der Röntgenstrahlen zwischen den zumindest zwei einen Spalt bildenden Reflexionsflächen wird eine zumindest hinreichende Intensität auf das Meßobjekt eingeleitet oder übergeführt.

[0010] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der durch die zumindest zwei Reflexionsflächen gebildete Spalt in der Breite einstellbar ist. Dadurch ist ermöglicht, daß die Größe der Meßfläche auf dem Meßobjekt einstellbar ist. Somit kann die Vorrichtung auf unterschiedliche Anforderungen der Schichtdickenmessung eingestellt und angepaßt werden.

[0011] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zwei einander gegenüber liegende und parallel zueinander angeordnete Reflexionsflächen vorgesehen sind. Dadurch kann eine konstruktiv einfache Ausgestaltung für eine Röntgenstrahlungsführung gegeben sein. Die Spaltbreite ist zumindest an die Größe der Meßfläche der Meßobjekte und vorteilhafterweise auf die Austrittsöffnung der Röntgenröhre angepaßt, so daß eine möglichst große Strahlungsintensität zum Meßobjekt übergeführt werden kann.

[0012] Nach einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zwei einander gegenüber liegende und einen zum Meßobjekt sich verjüngenden Spalt aufweisende Reflexionsflächen vorgesehen sind. Durch diese in etwa keilförmige Anordnung der Reflexi-

onsflächen kann eine zusätzlich Fokussierung der Röntgenstrahlung erzielt werden. Die Öffnungsweite der Reflexionsflächen zwischen dem Eingang und dem am verjüngenden Ende vorgesehene Ausgang kann im Mikrometerbereich oder größer liegen.

[0013] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zumindest eine der Reflexionsflächen fixiert und zumindest eine weitere Reflexionsfläche im Abstand und/oder Winkel einstellbar ist. Dadurch kann in Abhängigkeit des Anwendungsfalles wahlweise sowohl Abstand/und oder Winkel eingestellt werden, wobei eine Reflexionsfläche als Referenzfläche dient.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Reflexionsflächen aus einem Halbleitermaterial, insbesondere einem Siliziumwafer hergestellt sind. Die industrielle Herstellung der Siliziumwafer ist zwischenzeitlich kostengünstig. Die Siliziumwafer weisen des weiteren aufgrund der sehr ebenen Ausgestaltung eine Oberfläche auf, die sich für die Totalreflexion der Röntgenstrahlen eignet. Der kritische Winkel der Totalreflexion liegt beispielsweise bei wenigen mrad abhängig von der Energie der Röntgenstrahlung. Durch die hochwertige ebene Oberfläche der Siliziumwafer kann eine hinreichend verlustfreie Strahlweiterleitung gegeben sein.

[0015] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, daß die Reflexionsflächen zumindest teilweise mit einem Edelmetall, vorzugsweise Kupfer, Silber, Gold, Platin, Paladium oder dergleichen bedampft ist. Durch diese vorzugsweise auf einem Siliziumwafer vorgesehene Beschichtung, kann der kritische Winkel beispielsweise bei einer Platinbeschichtung auf 4,5 mrad erhöht sein, wodurch der kritische Winkel für die Totalreflexion erhöht sein kann. Dies führt wiederum zu dem Effekt, daß eine höhere Intensität der Röntgenstrahlung am Meßobjekt vorliegt, wodurch eine hinreichend hohe Intensität zur Emittierung von Fluoreszenzstrahlen gegeben sein kann.

[0016] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Beschichtung zumindest teilweise an einem dem Strahlaustritt der Röntgenröhre zugewandten Ende vorgesehen ist. Dadurch können eine Vielzahl von Röntgenstrahlen durch Totalreflexion im Eingangsbereich reflektiert werden, wodurch eine hohe Intensität erzielt werden kann.

[0017] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Reflexionsflächen nahe dem Meßobjekt einen Bereich aufweisen, der eine die Totalreflexion unterbindende Beschichtung aufweist oder bei zumindest teilweise beschichteten Reflexionsflächen einen Bereich aufweist, der ohne Beschichtung oder bei dem eine die Totalreflexion unterbindende Beschichtung vorgesehen ist. Dadurch kann ermöglicht werden, daß die Totalreflexion von Strahlen eliminiert wird, welche nach einer letzten Reflexion vor Austritt aus den Reflexionsflächen außerhalb des Meßbereiches liegen würde. Durch diese Anordnung kann eine noch exaktere Bestrahlung der Meßfläche an

einem Meßobjekt erzielt werden, wodurch wiederum die Qualität der Messung erhöht wird.

[0018] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zumindest eine Reflexionsfläche durch zumindest eine Einstelleinheit einstellbar ist. Diese Einstelleinheit kann vorteilhafterweise als feinmechanische Justierung, als elektrischer, hydraulischer, pneumatischer oder piezoelektronischer Aktuator ausgebildet sein. Diese Einstelleinheit muß zumindest im Mikrometerbereich Einstellungen ermöglichen, damit eine exakte Ausrichtung und Einstellung der zumindest zwei zueinander angeordneten Reflexionsflächen gegeben ist.

[0019] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen angegeben.

[0020] Anhand der nachfolgenden Zeichnungen und Beschreibungen wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel näher beschrieben. Es zeigen,

Figur 1 eine schematische Ansicht eines Schichtdickenmeßgerätes mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 2 eine schematische Seitenansicht des in Figur 1 dargestellten Schichtdickenmeßgerätes,

Figur 3 eine schematische Detaildarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Figur 4 eine schematisch vergrößerte Darstellung eines zum Meßobjekt weisenden Ende der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0021] In Figur 1 sind schematisch die wesentlichen Komponenten eines Schichtdickenmeßgerätes 11 dargestellt, wobei auf die Darstellung einer Auswerteeinheit, eines Bildschirms zur Visualisierung eines durch eine Videokamera aufgenommenen Meßobjektes sowie Eingabetastatur und Drucker verzichtet wurde. Dieses Schichtdickenmeßgerät 11 wird beispielsweise zur Messung von Bondpads, Kontakten, die zum Teil mit selektiver Beschichtung versehen sind, Leiterbahnen und funktionelle Beschichtungen an kleinen Flächen eingesetzt. Bevorzugt werden durch ein Schichtdickenmeßgerät 11 mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 12 Schichtdicken ermittelt oder geprüft, deren Meßfläche bzw. die Funktionsflächen kleiner als 100 µm x 100 µm, insbesondere kleiner als 50 µm x 50 µm sind. In einer Röntgenröhre 13 wird eine Röntgenstrahlung erzeugt, welche über eine Anode 14 auf ein Meßobjekt 16 gerichtet ist. Durch die Röntgenstrahlung wird in einer Schicht des Meßobjektes 16 eine Fluoreszenzstrahlung angeregt. Die Intensität dieser Fluoreszenzstrahlung in Abhängigkeit der Energie (Spektrum) ist eine Funktion der Schichtdicke. Dies oder der Parameter des Schichtsystems wird ausgenutzt, in dem mit Hilfe

eines Detektors 17 das System der emittierten Strahlung registriert wird.

[0022] Zwischen der Röntgenröhre 13 und dem Meßobjekt 16 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung 12 vorgesehen, welche gemäß dem Ausführungsbeispiel aus zwei einander gegenüber liegenden Reflexionsflächen 18 besteht. Diese Reflexionsflächen 18 dienen zur Strahlenbündelung und Strahlenweiterleitung, so daß die Röntgenstrahlung an die Meßfläche des Meßobjekts 16 gelangt. Die Reflexionsflächen 18 sind vorzugsweise unmittelbar zur Anode 14 bzw. zu einem Austrittsflansch 21 nahe der Anode 14 angeordnet. Am unteren Ende 22 der einander zugeordneten Reflexionsflächen 18 ist des weiteren ein Kollimator 23 vorgesehen, wodurch ein Meßbereich 24 gemäß Figur 3 auf einem Meßobjekt abgebildet werden kann. Der Kollimator 23 ist vorteilhafterweise ein Spaltkollimator, dessen Spaltbreite einstellbar ist.

[0023] Die Reflexionsflächen 18 sind als längliche, rechteckförmige Flächen ausgebildet, wie aus Figur 1 und Figur 2 zu entnehmen ist. Die Länge der Reflexionsflächen 18 ist im wesentlichen durch den Aufbau bestimmt sowie durch den Grad der Totalreflexion. Röntgenstrahlen, welche nicht parallel zwischen einer Achse des Meßbereichs 24 und der Anode 14 verlaufen, werden zumindest einmal durch eine Totalreflexion abgelenkt. Die Breite der Reflexionsflächen 18 sind zumindest eineinhalb mal so groß wie die maximal zu prüfende Funktionsfläche. Vorteilhafterweise werden für die Reflexionsflächen 18 Siliziumwafer verwendet. Dieses kostengünstige Grundmaterial kann auf die entsprechende Größe der erfindungsgemäßen Vorrichtung 12 einfach angepaßt werden.

[0024] Die aus einem Siliziumwafer hergestellten Reflexionsflächen 18 werden vorteilhafterweise auf Halteelemente 26, 27 gemäß Figur 3 aufgebracht. Vorteilhafterweise sind diese verspannungsfrei aufgeklebt, so daß die Ebenheit der Reflexionsfläche 18 aufrecht erhalten werden kann. Alternativ können die Reflexionsflächen 18 auch spannungsfrei an den Halteelementen 26, 27 durch eine Klemmung oder dergleichen fixiert werden. Gemäß Figur 3 greift an einem der beiden Halteelemente 27 eine Einstelleinheit 28 an, durch welche ein Halteelement 27 zu dem feststehenden Element 26 einstellbar ist. Das Halteelement 26 nimmt vorteilhafterweise die Reflexionsfläche 18 parallel zur Mittelachse 29 der Vorrichtung 12 auf. Durch die Einstelleinheit 28 kann die Spaltbreite eingestellt werden. Ebenso ist ermöglicht, daß die Winkligkeit des Halteelements 27 zum Element 26 einstellbar ist. Alternativ kann ebenso eine spiegelbildliche Anordnung vorgesehen sein. Ebenso kann alternativ vorgesehen sein, daß an jedem der Halteelemente 26, 27 eine Einstelleinheit 28 vorgesehen ist, wodurch die Halteelemente 26, 27 entweder parallel zueinander und/oder in einem Winkel zueinander angeordnet sein können, so daß ein gleichmäßiger oder sich verjüngender Spalt zum Meßobjekt 16 hin gebildet ist. Die Einstelleinheit 28 ist derart ausgebildet, daß Spalt-

breiten beispielsweise in einem Bereich von 10 bis 100 µm wahlweise eingestellt werden können. Hierfür können feinmechanische Einstellmechanismen, piezoelektrische Aktuatoren, sowie elektrisch, hydraulisch, pneumatisch betriebene Stellantriebe vorgesehen sein.

[0025] An einem zum Meßobjekt 16 weisenden Ende ist an dem Halteelement 26 eine Abflachung 31 vorgesehen. Durch diese Abflachung ist ermöglicht, daß für die emittierte Fluoreszenzstrahlung eine hinreichende Öffnungsweite 32 zur Verfügung steht, um die emittierte Fluoreszenzstrahlung zu detektieren.

[0026] Die Reflexionsfläche 18 kann beispielsweise mit einem Edelmetall bedampft sein. Dadurch kann der kritische Winkel für die Totalreflexion, der für Silizium bei 1,5

mrad liegt, durch eine Platinbeschichtung auf 4,5 mrad erhöht werden. Dies schlägt sich wiederum vorteilhafterweise auf die Transmission der Röntgenstrahlung nieder. Alternativ ist denkbar, daß bei dem Einsatz von beschichteten Reflexionsflächen der Grundwerkstoff aus einer Quarzoberfläche oder einem Kunststoffmaterial bestehen kann, welches die Anforderung an die Ebenheit erfüllt und eine Beschichtung aufweist. Vorteilhafterweise kann die Beschichtung zumindest am Eingang der Reflexionsflächen 18 vorgesehen sein, so daß die Anzahl der eingefangenen und reflektierten Strahlen möglichst groß ist. Über den Verlauf entlang der Reflexionsflächen 18 kann die Beschichtung vollständig fortgeführt werden oder auch nur teilweise vorgesehen sein. Ebenso kann sich die Beschichtung bzw. das Material der Beschichtung in Abhängigkeit der Anwendungsfälle auch ändern. Beispielsweise kann durch Verkleinerung des Grenzwinkels für die Totalreflexion die Divergenz am Ausgang der Reflexionsflächen 18 verkleinert werden, wodurch eine Fokussierung der Strahlung und dadurch eine Intensitätserhöhung auf dem Meßbereich 24 des Meßobjektes 16 erzielt werden kann. Dazu ist beispielsweise denkbar, daß in einem Bereich nahe dem unteren Ende 22 der Reflexionsfläche 18 eine Beschichtung nicht vorgesehen ist oder eine die Totalreflexion verhindernde Beschichtung vorgesehen ist, wodurch die unterhalb der Reflexionsfläche 18 austretende Strahlung gerade auf die Größe des Meßbereiches 24 von dem Meßobjekt 16 fokussiert ist. Die Bestrahlung von Randbereichen außerhalb des Meßbereiches 24 kann dadurch erheblich verringert werden.

[0027] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Vorrichtung 12 kann je nach Meßaufgabe der Meßbereich eingestellt werden. Der Kollimator 23 kann ebenso an diesen Meßbereich angepaßt werden, so daß durch die Fokussierung der Strahlung eine Intensitätserhöhung auf einen vorbestimmten Meßbereich ermöglicht ist.

[0028] Alternativ kann vorgesehen sein, daß die Reflexionsflächen 18 zumindest leicht konkav ausgebildet sind. Ebenso kann die konkave Ausbildung sich zum unteren Ende 22 hin verjüngen, so daß eine Art sprach-

rohrförmige Ausgestaltung der Reflexionsflächen 18 gegeben ist. Dabei sind jedoch die Dimensionen zu berücksichtigen, die auch im Mikrometerbereich liegen können.

[0029] Die Öffnungsweite der Reflexionsflächen 18 am Eingang der Vorrichtung 12 entspricht im wesentlichen der Austrittsöffnung der über die Anode ausgesandten Röntgenstrahlung. Ebenso kann auch eine geringfügig größere oder kleinere Öffnungsbreite zu dem Durchmesser des Primärspots der Röntgenstrahlung gegeben sein.

[0030] Die Vorrichtung 12 kann des weiteren noch Öffnungen und Aufnahmen aufweisen, welche zur Anordnung einer Optik dienen, um den Meßgegenstand 16 durch eine Videokamera zu visualisieren.

[0031] Die Vorrichtung 12 ist gemäß dem Ausführungsbeispiel durch zwei zueinander angeordneten Reflexionsflächen 18, die parallel oder in einem spitzen Winkel zueinander angeordnet sind, vorgesehen. Es kann auch vorgesehen sein, daß anstelle von diesen zwei Reflexionsflächen 18, drei oder mehrere Reflexionsflächen in geeigneter Weise zueinander angeordnet sind, um die Transmission von Röntgenstrahlung zum Meßbereich 24 eines Meßobjektes 16 zu ermöglichen, so daß durch die Fokussierung der Röntgenstrahlung eine Intensitätserhöhung ermöglicht ist. Es ist jedoch nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, erforderlich, daß eine geschlossene, röhrenförmige Anordnung eingesetzt wird, um die Röntgenstrahlen zum Meßbereich durch Totalreflexion zu fokussieren. Weitere geometrische Ausgestaltungen der Reflexionsflächen 18 sind ebenso denkbar, welche die Totalreflexion der Röntgenstrahlung ermöglichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Führung von Röntgenstrahlen von einer Strahlenquelle zu einem Meßobjekt (16), dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei einen Spalt bildenden Reflexionsflächen (18) vorgesehen sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die zumindest zwei Reflexionsflächen (18) gebildete Spalt in der Breite einstellbar ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei einander gegenüberliegende und parallel zueinander angeordnete Reflexionsflächen (18) vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei einander gegenüberliegende und einen zum Meßobjekt (16) sich verjüngenden Spalt aufweisende Reflexionsflächen (18) vorgesehen sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Reflexionsfläche (18) fixiert und zumindest eine weitere Reflexionsfläche (18) im Abstand und/oder Winkel einstellbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine, vorzugsweise die Reflexionsfläche (18) im wesentlichen unmittelbar an dem Strahlaustritt der Strahlaustrittseinrichtung angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Reflexionsfläche (18) eben ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Reflexionsfläche (18) im Querschnitt gesehen konkav gekrümmt ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsflächen (18) aus einem Halbleitermaterial, insbesondere aus einem Siliziumwafer, hergestellt ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Reflexionsfläche (18) zumindest teilweise mit einem Edelmetall, vorzugsweise Gold, Platin, Kupfer, Silber, Palladium, beschichtet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest teilweise Beschichtung an einem am Strahlaustritt der Röntgenröhre zugewandten Ende vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine teilweise beschichtete Reflexionsfläche (18) nahe dem Meßobjekt (16) einen Bereich aufweist, der ohne Beschichtung vorgesehen ist oder eine die Totalreflexion unterbindende Beschichtung aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die nicht beschichtete Reflexionsfläche (18) nahe dem Meßobjekt (16) einen Bereich mit einer die Totalreflexion unterbindenden Beschichtung aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Reflexionsflächen (18) an einer die Öffnungsweite des Spaltes einstellbaren Einstelleinheit (28) vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an einem

zum Meßobjekt (16) weisenden Ende ein den Reflexionsflächen (18) zugeordneter Kollimator (23) vorgesehen ist, dessen Spaltbreite vorzugsweise einstellbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

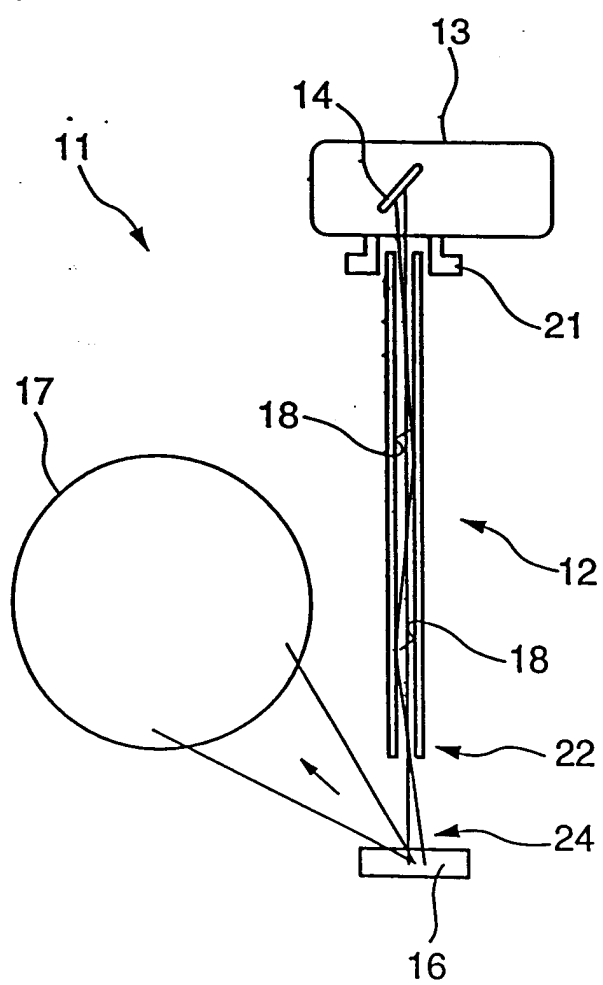


Fig. 2

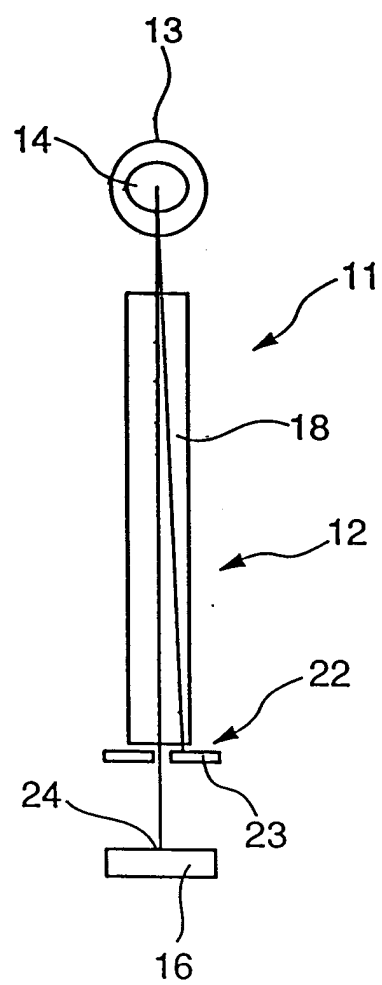


Fig. 3

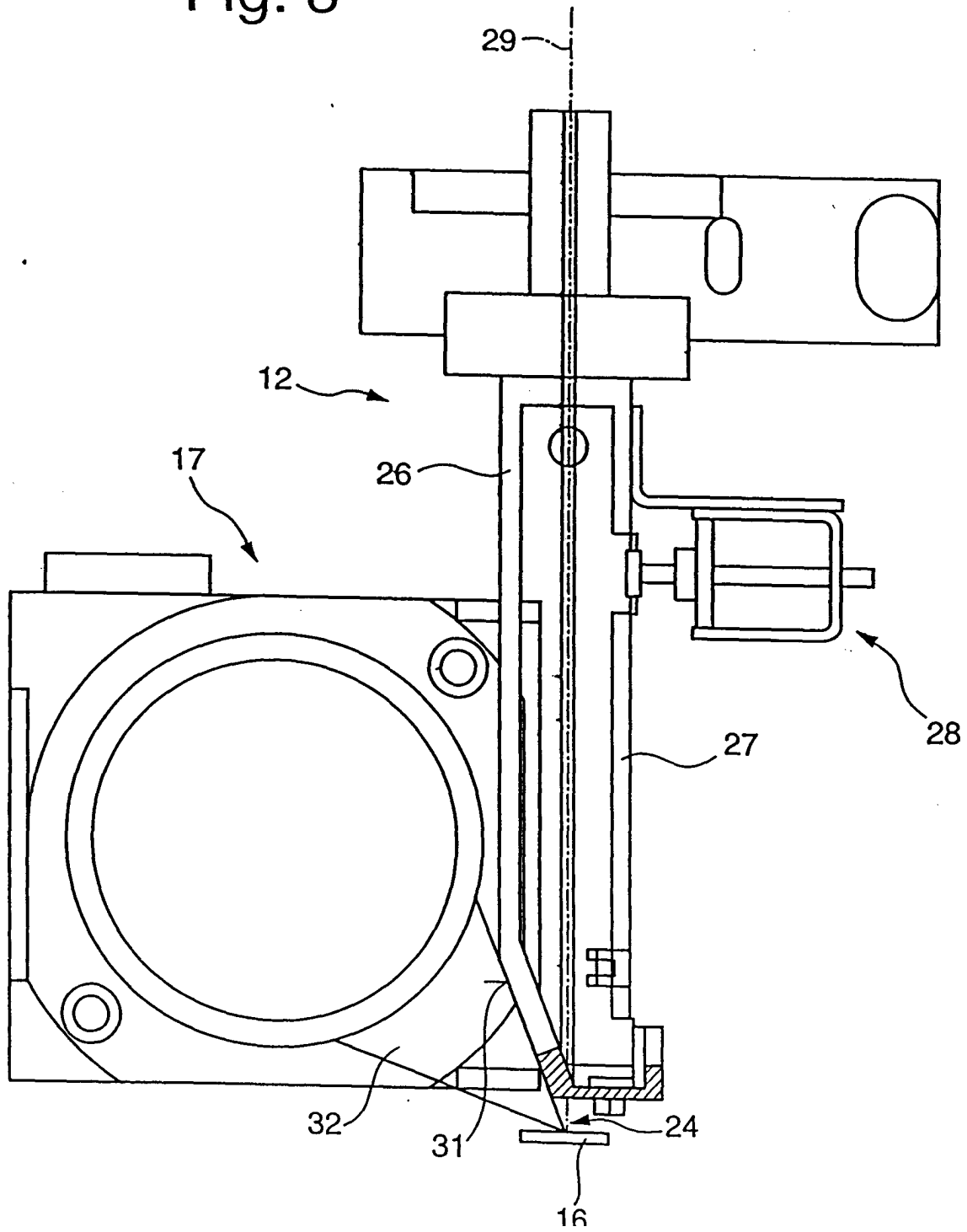


Fig. 4

